
Penggunaan Animasi *Propagul Journey* dalam Meningkatkan Pemahaman dalam Pelestarian Mangrove

Aldian Husein*, Selly Artaty Zega**, Third Author*

* Department of Animation, Batam State Polytechnic

** Animation, Professional Engineer Program(PSPPI), Batam State Polytechnic

Article Info

Article history:

Received Jun 12th, 201x

Revised Aug 20th, 201x

Accepted Aug 26th, 201x

Keyword:

Animasi Edukatif

Ekosistem Mangrove

Media Pembelajaran

Kesadaran Lingkungan

Model 4D

ABSTRACT

Indonesia has the most extensive mangrove ecosystem in the world, but its condition is worsening due to a lack of environmental awareness and outdated teaching approaches. This research intends to create the "Propagul Journey" educational animation using the 4D model, which includes Define, Design, Develop, and Disseminate phases. During the Define stage, a knowledge gap was recognized and tackled using a "Show, Don't Tell" strategy in the Design phase. The Development phase incorporated parallax techniques to add depth, the Rubberhose 3 plug-in for flexible character animations, as well as Suno AI and Freesound for audio improvement. The effectiveness of the product was evaluated through a one-group pretest-posttest design. The findings indicated a notable increase in the participants' comprehension, rising from an average of 59. 2% to 83. 4%. Analysis shows that these outcomes strongly support the Define phase, where the visual and technical features designed effectively met the needs of the MAPALA audience. With a feasibility rating of 83. 4% deemed Very Valid, this animation successfully conveys complicated environmental topics in an understandable manner.

Copyright © 201x Institute of Advanced Engineering and Science.

All rights reserved.

Corresponding Author:

Aldian Husein

Departement of Animation,

Batam State Polytechnic,

Jl. Ahmad Yani, Tlk. Tering, Kec. Batam Kota, Batam, Riau Islands Province.

Email: lsntl@ccu.edu.tv

1. INTRODUCTION

Indonesia adalah negara dengan ribuan pulau terbesar di dunia, yang terdiri dari lebih dari 17. 000 pulau dan memiliki garis pantai yang mencapai lebih dari 95. 000 km. Keistimewaan geografi ini menjadikan Indonesia sebagai salah satu negara dengan ekosistem Mangrove terluas dan paling beragam di dunia [1]. Mangrove berperan sebagai pelindung alami bagi wilayah pesisir dari ombak laut dan proses abrasi, penyimpan karbon biru (*blue carbon*), habitat bagi berbagai spesies biota laut, serta pendukung ekonomi masyarakat pesisir melalui hasil perikanan dan ekowisata [2].

Sayangnya ekosistem mangrove di Indonesia saat ini menghadapi tantangan serius, alih fungsi lahan, pembangunan pesisir, dan urbanisasi [3]. Kondisi serupa juga terjadi di Kota Batam, di mana banyak kawasan mangrove mengalami penurunan luas dan degradasi kualitas akibat aktivitas industri, reklamasi pantai dan pencemaran daerah pesisir. Padahal, Batam merupakan wilayah pesisir yang rentan terhadap abrasi dan pencemaran, sehingga pelestarian mangrove menjadi sangat penting untuk menjaga keseimbangan ekosistem dan melindungi wilayah pesisir dari risiko bencana [4]. Upaya rehabilitasi mangrove telah diakui sebagai salah satu strategi berbasis alam (*nature-based solution*) yang efektif untuk mitigasi dan adaptasi terhadap perubahan iklim [5]. Sehingga keterlibatan aktif masyarakat dan generasi muda menjadi kunci dalam menjaga keberlanjutannya.

Mahasiswa Pecinta Alam (MAPALA) sebagai organisasi kampus yang fokus pada kegiatan alam terbuka dan lingkungan, memiliki potensi besar untuk menjadi agen pelestarian lingkungan hidup, termasuk dalam konservasi Mangrove. Anggota MAPALA yang terbiasa dengan kegiatan eksplorasi alam dan advokasi lingkungan dapat diarahkan untuk turut serta dalam edukasi dan aksi nyata dalam pelestarian mangrove di wilayah pesisir [6]. Oleh karena itu, MAPALA dipilih sebagai responden dalam penelitian ini karena dianggap memiliki minat dan kesadaran awal terhadap isu lingkungan. Namun, salah satu tantangan utama dalam bidang edukasi adalah keterbatasan metode penyampaian informasi yang menarik dan aplikatif [7]. Materi konservasi yang biasa disampaikan secara konvensional, seperti melalui ceramah, diskusi, atau lembaran informasi cenderung membosankan dan kurang efektif dalam menyampaikan konsep ekologis yang kompleks [8].

Dalam konteks ini, pemanfaatan media visual interaktif seperti animasi menjadi alternatif yang efektif untuk menyampaikan pesan lingkungan secara menarik dan mudah dipahami [9]. Proses alami pertumbuhan mangrove dimulai dari jatuhnya propagul (bibit mangrove) dari pohon induk, proses mengapung di air, hingga menemukan tempat tumbuh yang sesuai dan berkembang menjadi pohon dewasa merupakan bagian penting dari siklus ekosistem pesisir yang perlu dipahami oleh masyarakat. Edukasi mengenai proses ekologis ini dapat menumbuhkan kesadaran bahwa keberlangsungan mangrove sangat bergantung pada kebersihan dan keseimbangan lingkungan pesisir [10].

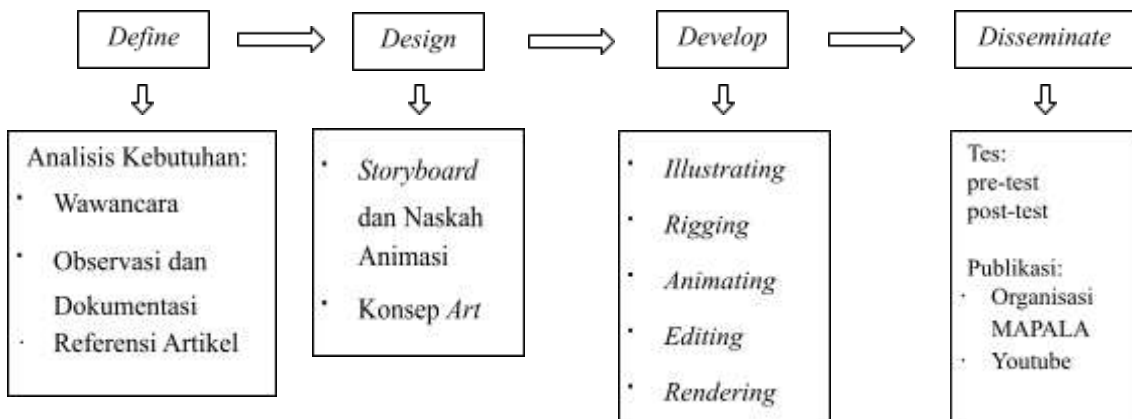
Propagul Journey merupakan *short movie* animasi yang bercerita tentang perjalanan hidup bibit mangrove *Rhizophora Mucronata* yang bermula dari bunga hingga akhirnya menjadi bakau dewasa. Dalamnya berisi cerita tentang rusaknya lingkungan mangrove yang disebabkan oleh ulah manusia lewat pencemaran berupa sampah dan juga limbah-limbah lainnya, akibatnya *propagul* berjuang mencari tempat yang layak untuk tumbuh, akhir cerita *Propagul* berhasil tumbuh pada lingkungan yang lebih bersih.

Pemilihan mangrove sebagai fokus utama dan Mapala Polibatam sebagai subjek kajian dipilih berdasarkan kebutuhan untuk mengaitkan masalah penurunan kualitas lingkungan yang dihadapi kota Batam dengan teknik narasi visual yang dapat menumbuhkan rasa empati tanpa terkesan menggurui. Mangrove, terutama spesies *Rhizophora mucronata*, dipilih karena ciri visualnya yang istimewa dan siklus hidup propagul yang berfungsi sebagai metafora yang kuat untuk menggambarkan perjuangan bertahan hidup di tengah ancaman limbah plastik. Sementara itu, Mapala Polibatam ditentukan sebagai subjek karena peran aktif mereka sebagai agen pelestarian yang memerlukan media pembelajaran kreatif untuk memahami kompleksitas ekosistem.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini mengembangkan media animasi edukatif berjudul *Propagul Journey*, yang mengangkat kisah perjalanan hidup propagul mangrove *Rhizophora mucronata* dari bunga hingga menjadi bakau dewasa. Cerita ini menggambarkan tantangan yang dihadapi propagul akibat pencemaran dan kerusakan lingkungan pesisir sebelum akhirnya berhasil tumbuh di tempat yang bersih dan layak. Melalui pendekatan ini, *Propagul Journey* diharapkan dapat menjadi media edukasi yang efektif dalam meningkatkan pemahaman anggota MAPALA Politeknik Negeri Batam mengenai proses ekologis mangrove serta pentingnya pelestarian lingkungan pesisir melalui pendidikan konservasi yang menarik dan kontekstual.

2. RESEARCH METHOD

Penelitian ini memanfaatkan metode penelitian *Research and Development* (R&D) dengan pendekatan yang bersifat deskriptif kuantitatif [11]. Tujuan dari metode ini adalah untuk menciptakan media pembelajaran yang berbentuk animasi edukatif berjudul *Propagul Journey* yang ditujukan untuk meningkatkan pemahaman pelestarian Mangrove pada anggota Mahasiswa Pecinta Alam (MAPALA) Politeknik Negeri Batam. Model yang diterapkan adalah *Four D Model* yang dirancang oleh Thiagarajan, Semmel, dan Semmel. [12]. Model ini terbagi menjadi empat fase, yaitu: *Define* (Pendefinisian), *Design* (Perancangan), *Develop* (Pengembangan), dan *Disseminate* (Pendistribusian). Keempat tahap ini membantu peneliti dalam menyusun dan mengembangkan produk media secara sistematis dan terstruktur.



Gambar 1. Tahapan model dasar pengembangan *Four D Model* [11]

1) Tahap Pendefinisian (*Define*)

Pada fase *define*, dilakukan kajian tentang kebutuhan animasi yakni analisis permasalahan dan analisis tujuan [13]. Tahap ini merupakan tahapan pra-produksi yang mencakup kegiatan wawancara dengan target responden, pengumpulan data di lapangan melalui observasi serta dokumentasi dan pengumpulan informasi melalui referensi artikel.

a) Wawancara

Wawancara dilakukan untuk menggali permasalahan yang dihadapi oleh target responden serta memperoleh batasan pemahaman responden terkait pelestarian mangrove sebagai dasar kebutuhan pengembangan media animasi [14]. Dalam hal ini narasumber yang dipilih harus memiliki informasi atau pengetahuan terkait dengan permasalahan yang akan dibicarakan [15]. Maka dari itu narasumber dipilih dari perwakilan Wakil Ketua MAPALA Politeknik Negeri Batam yang memiliki pengalaman langsung dalam kegiatan pelestarian mangrove serta memiliki informasi atas semua anggota lainnya dan juga MAPALA ini lebih dekat dengan peneliti yang juga mahasiswa aktif Politeknik Negeri Batam. Proses wawancara ini bertujuan untuk memahami sejauh mana tingkat pengetahuan, sikap, dan pengalaman anggota dalam upaya konservasi mangrove, sehingga media animasi yang dikembangkan dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan karakteristik audiens. Dokumentasi wawancara dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Proses wawancara bersama wakil ketua MAPALA Polibatam

Hasil Wawancara Analisis Permasalahan Organisasi MAPALA Polibatam menyadari bahwa mangrove merupakan ekosistem yang terletak di tepi pantai dan mereka secara teratur melaksanakan penanaman pohon, termasuk jenis bakau, setiap tahunnya. Selama kegiatan tersebut, MAPALA Polibatam menemukan banyak sampah, limbah, dan kerusakan yang disebabkan oleh abrasi, yang membuat lokasi tersebut terlihat kotor dan berbau tidak sedap. MAPALA Polibatam sering menjumpai bakau, meskipun mereka kurang mengenal berbagai jenis mangrove lainnya. Berdasarkan pengamatan mereka, keadaan hutan mangrove di Batam beragam beberapa masih alami, sementara yang lain telah rusak karena penebangan dan tertimbun tanah akibat pembangunan. Anggota MAPALA Polibatam belum sepenuhnya memahami cara

alami pertumbuhan bakau, tetapi pernah mengikuti kegiatan edukasi mangrove di RBI (Rumpun Bakau Indah) di mana diperkenalkan berbagai jenis mangrove dan bentuk buah-buahnya. Meskipun informasi yang disampaikan menarik, penyampaian yang terlalu cepat dan penggunaan istilah ilmiah membuat mereka sulit untuk mengingat seluruh penjelasan tersebut.

b) Observasi dan Dokumentasi

Observasi dilakukan secara langsung di hutan mangrove yang terdapat di sekitar pesisir pantai Vio-Vio, Kecamatan Galang, Kota Batam. Hasil observasi ditemukan bahwa terdapat beberapa sampah yang biasa terlihat di sekitar hutan bakau, termasuk botol air, kantong plastik, styrofoam, dan limbah lainnya. Selain itu kegiatan ini dilakukan untuk mengamati bentuk dari mangrove jenis *Rhizophora Mucronata* mempunyai ciri-ciri yang menonjol meliputi akar tunjang yang besar dan keras, pucuk yang diselimuti daun penumpu yang lancip, serta buah yang mulai berkecambah dan berakar saat masih melekat pada pohon. Saya juga mengamati bentuk pohon lain yang tergolong mangrove, seperti *Avicennia* yang memiliki akar nafas tetapi hidup di daerah yang tidak langsung berhadapan dengan laut, kemudian ada *Sonneratia* yang memiliki akar nafas juga tetapi hidup di daerah paling depan, berhadapan langsung dengan laut, kemudian ada juga jenis *Xylocarpus* yang memiliki akar seperti papan serta akar banir yang menjalar, keunikan pada buahnya, ia memiliki buah seperti bola meriam yang lumayan besar. Hal ini bertujuan untuk penggambaran konsep *art* yang sesuai dengan realitanya.



Gambar 3. Proses Observasi dan Dokumentasi Ekosistem Mangrove

c) Referensi artikel

Dalam proses pembuatan animasi ini, peneliti memerlukan berbagai rujukan visual dan literatur ilmiah untuk menggambarkan bentuk-bentuk pohon mangrove yang umum ditemukan di ekosistem pesisir Indonesia. Hutan mangrove di Indonesia, biasanya terdapat berbagai jenis tanaman seperti *Avicennia*, *Sonneratia*, *Rhizophora*, *Bruguiera*, *Ceriops*, *Lumnitzera*, *Excoecaria*, *Xylocarpus*, *Aegiceras*, *Scyphiphora*, dan *Nypa* [16]. Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan di kawasan mangrove Pantai Vio-Vio, peneliti menemukan beberapa jenis tumbuhan mangrove yang mendominasi, antara lain *Avicennia*, *Sonneratia*, *Xylocarpus*, dan *Rhizophora mucronata*.

Secara umum, morfologi tumbuhan mangrove memiliki ciri khas yang membedakannya dari tumbuhan darat lainnya. Mangrove umumnya memiliki akar yang berkembang dengan baik untuk beradaptasi di lingkungan berlumpur dan tergenang air asin. Terdapat beberapa tipe akar khas mangrove, seperti akar napas (*pneumatophore*), akar tunjang (*stilt root*), dan akar lutut (*knee root*), yang berfungsi untuk menunjang batang serta membantu pertukaran oksigen di lingkungan anaerob [17]. Daun mangrove biasanya tebal dan mengandung kelenjar garam yang berperan dalam mengeluarkan sisa-sisa garam yang berlebihan dari air laut yang terserap, sementara batangnya cenderung kokoh untuk menahan hempasan gelombang.

Salah satu jenis yang sering dijumpai di tepi pantai Indonesia adalah *Rhizophora mucronata* [18]. Termasuk di kawasan Pulau Batam yang memiliki kondisi tanah berlumpur dan salinitas yang sesuai dengan habitat alami jenis ini. Jenis ini memiliki ciri morfologi berupa kulit batang berwarna gelap hingga kecoklatan, serta sistem akar tunjang yang besar dan kokoh untuk menopang pohon di tanah lumpur. Ciri khas lainnya adalah bentuk akar tunjang pada pangkal batang yang menyerupai papan, serta daun berbentuk elips dengan ujung meruncing. Selain itu, *Rhizophora mucronata* dikenal sebagai salah satu spesies penting dalam menjaga kestabilan garis pantai dan menjadi tempat pemijahan berbagai biota laut [19].

Oleh karena itu, peneliti memilih *Rhizophora mucronata* sebagai karakter utama dalam animasi *Propagul Journey*, agar dapat merepresentasikan bentuk dan peran ekologis mangrove yang paling relevan dengan kondisi lapangan. Selain tumbuhan mangrove, dalam animasi *Propagul Journey* juga ditampilkan



beberapa elemen tambahan seperti kepiting dan ikan yang hidup di kawasan hutan mangrove. Kehadiran biota-biota tersebut bukan hanya sebagai pelengkap visual, tetapi juga untuk menunjukkan bahwa ekosistem mangrove merupakan habitat penting untuk banyak makhluk laut seperti ikan, udang, dan kepiting. Kehidupan biota laut yang bergantung pada keberadaan mangrove memperkuat pesan edukatif dalam animasi ini, bahwa menjaga kelestarian mangrove berarti juga menjaga keseimbangan ekosistem laut dan keberlanjutan sumber daya pesisir [20].

2) Tahap Perancangan (*Design*)

Tahap desain dilaksanakan sebagai langkah strategis untuk mengubah kebutuhan edukasi yang telah dijabarkan sebelumnya menjadi naskah dan *storyboard* animasi. Pada fase ini, perhatian utama terfokus pada pembuatan konsep visual dan cerita yang dapat menghubungkan pengetahuan audiens tentang pelestarian mangrove. Proses perancangan dimulai dengan penulisan naskah dan *storyboard* yang menggunakan pendekatan "*Show, Don't Tell*", di mana informasi pendidikan disampaikan melalui kekuatan tindakan visual dari karakter dan suasana lingkungan, tanpa terlalu bergantung pada narasi verbal yang berat [21]. Selain plot, fase ini juga mencakup pengembangan konsep seni yang melibatkan desain karakter propagul serta lingkungan pantai dengan gaya yang semi-realistis. Proses desain ini memastikan bahwa setiap aset visual yang dihasilkan berfungsi ganda: sebagai elemen estetika animasi dan sebagai representasi yang tepat dari ekosistem mangrove yang menjadi fokus pembelajaran.

a) *Storyboard* dan Naskah Animasi

Storyboard merupakan alur yang menggambarkan cerita setiap scene [22]. Pada penelitian ini terdapat 10 scene diantaranya yakni kawasan hutan Mangrove latar sore, tangkai *Rhizophora Mucronata*, lantai hutan Mangrove, ekosistem hutan Mangrove, lantai hutan Mangrove hujan, muara sungai hujan, pantai tempat penanaman *Rhizophora Mucronata*, penutup layar hitam. Berikut ini adalah gambar dari *storyboard* bagian *scene 07 ext* lantai hutan mangrove hujan-malam *shot 1* dan *2*:

Judul Proyek:	Animasi Propagule Journey	
Scene:	07 EXT. LANTAI HUTAN MANGROVE HUJAN - MALAM	
Nomor shot	Gambar	Deskripsi
01		MCU kamera high angle propagul menyerah dengan kehidupannya, kemudian tetesan air tiba-tiba mengenaanya.
02		XLS low angle menghadap ke arah langit dan ada hujan yang jatuh ke arah kamera.

Gambar 4. *Storyboard* animasi *Propagule Journey*

Naskah animasi merupakan struktur naratif jalannya cerita animasi [23]. Pada penelitian ini naskah animasi yang dibuat tidak terdapat dialog ataupun narator tetapi lebih menonjolkan penceritaan secara visual supaya berkesinambungan dengan konsep yang saya gunakan, cerita dimulai dengan pembukaan pengenalan karakter *Propagul*, masalah awal yang dihadapi dan pengenalan ekosistem hutan Mangrove. Kemudian konflik dimulai dengan pertemuan propagul dengan masalah sampah yang ada di lingkungannya. Tahap twist dimulai dengan perjalanan propagul menemukan lingkungan tumbuh yang baru di tengah padatnya sampah dan hujan deras, sehingga propagul terbawa arus air. Tahap ending dimana propagule berhasil menemukan tempat baru untuk tumbuh yang bebas atas permasalahan sampah. Berikut ini adalah gambar naskah yang menampilkan judul, premis, sinopsis dan struktur 3 babak dari animasi *Propagule Journey*:

BRAINSTORMING, NASKAH CERITA ANIMASI PROPAGUL JOURNEY

PREMIS

Proses propagul *rhizophora mucronata* menjadi bakau muda dengan tantangan kondisi hutan bakau yang dipenuhi sampah plastik.

SINOPSIS

menceritakan perjalanan propagul *rhizophora mucronata*, propagul ini adalah anakan dari pohon bakau *rhizophora mucronata* yang bermula dari bunga kemudian menjadi buah dan akhirnya menjadi propagul, kemudian dia akan jatuh saat dia matang, tetapi saat dia jatuh ternyata dia tidak langsung menancap ke lumpur, karena sampah yang menumpuk di atas lantai hutan mangrove telah menahannya, propagul pun hanya bisa terbaring diatas tumpukan sampah. Hujan datang dengan lebat, kemudian menyapu sampah serta propagul menuju laut...

STRUKTUR TIGA BABAK

BABAK 1 PERMULAAN 4 scene

1. opening gambaran umum hutan bakau (narasi bercerita tentang fungsi hutan bakau dan info pentingnya).
1. judul
2. pengenalan (bunga, buah, dan propagul)
3. kondisi lingkungan (sampah yang menumpuk)
4. proses propagul

BABAK 2 KONFLIK 4 scene

1. konflik utama (dia jatuh ke tumpukan sampah)
2. resolusi salah (dia hanyut terbawa arus air dari hulu saat hujan)
3. twist (dia berhasil bertahan)

Babak 3 Resolusi 4 scene

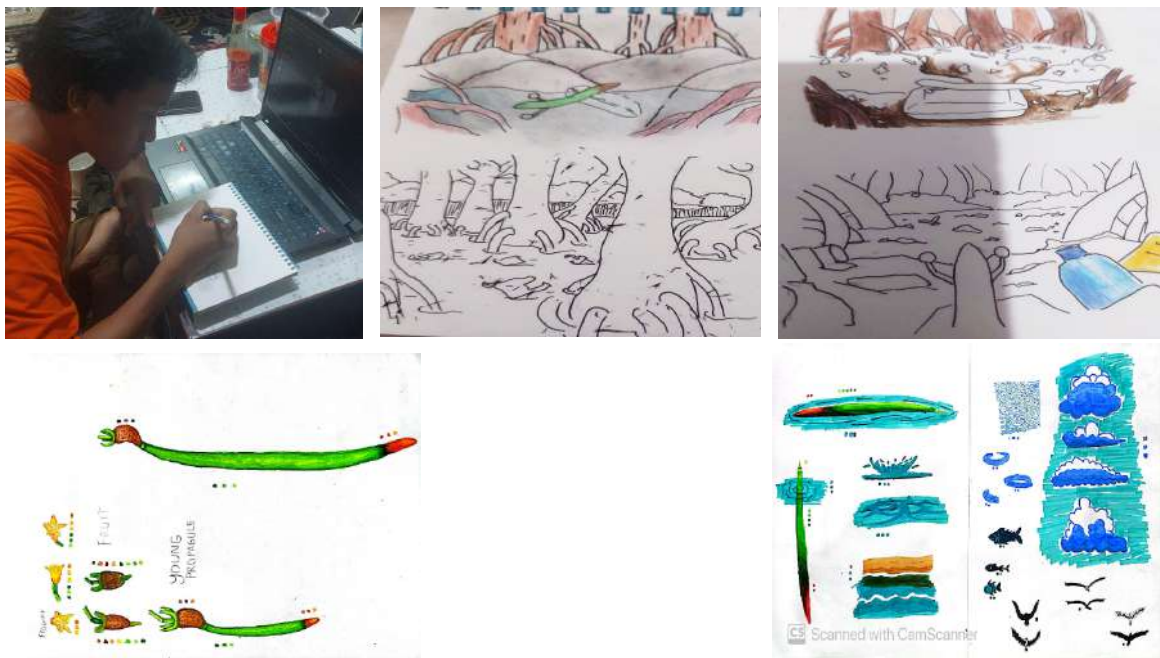
1. propagul tumbuh sempurna menjadi bakau muda
2. ending (propagul berhasil dan membuat ekosistem baru)
3. credit title

catatan: cari istilah istilah untuk pengenalan *rhizophora mucronata* seperti biji bunga dan buah nya, tampilkan berbagai macam jenis mangrove pada opening, berikan twist yang kreatif, narasi pada opening ataupun pada pengenalan harus memberikan informasi yang jelas bukan hanya kalimat yang menceritakan apa yang ada dilayar, memakai efek suara ataupun ekspresi untuk karakter propagul, permulaan cerita fiksi mulai dari kondisi lingkungan yang penuh sampah sampai ending, buat cerita lebih masuk akal, pertimbangan komposisi jika videonya vertikal, referensi pustaka penting untuk memberikan informasi di awal untuk memberikan pandangan kepada penonton tentang *rhizophora mucronata* dan kawasan mangrove, narasi hanya ditaruh pada scene-scene tertentu saja, kenapa *rhizophora mucronata* yang diceritakan sebagai hipotesis apakah *rhizophora mucronata* menjadi spesies mangrove yang dominan pada daerah berlumpur, pada awal dan konflik di sinopsis harus

Gambar 5. Naskah Animasi *Propagul Journey*

b) Konsep Art

Penyusunan konsep art dilakukan secara manual menggunakan media tradisional berupa pensil dan pewarna pensil. Tahap ini bertujuan untuk menentukan gaya visual, karakter, serta suasana lingkungan yang akan ditampilkan dalam animasi *Propagul Journey* [24]. Sketsa awal yang dihasilkan menjadi acuan dalam proses digitalisasi pada tahap produksi selanjutnya. Dengan gaya gambar semirealis, gaya gambar ini menciptakan visual yang meniru bentuk asli dari objek tetapi juga sederhana dan mampu merepresentasikan objek aslinya tanpa harus detail [25]. Gambar ini sketsa ini juga dibuat semudah mungkin untuk dimengerti agar pada pengerjaan selanjutnya tidak banyak mengalami perubahan. Berikut ini adalah dokumentasi pengerjaan sketsa animasi *Propagule Journey* dan juga sketsa kasar untuk desain karakter, properti dan *environment* nya:



Gambar 6. *Concept Art* Animasi *Propagul Journey*

3) Tahap Pengembangan (*Develop*)

Pada fase ini dilaksanakan proses pengembangan animasi *Propagul Journey* yang meliputi proses *Illustrating, Rigging, Animating, Editing* dan *Rendering*.

a) *Illustrating*

Tahap ini merupakan proses pembuatan bentuk visual dari seluruh objek yang akan digunakan dalam animasi [26]. Pada tahap *Illustrating*, elemen-elemen seperti lingkungan Mangrove, sampah, serta objek propagul dibentuk sesuai dengan konsep art dan storyboard yang telah dibuat sebelumnya. Pada tahap penggambaran, pemilihan palet warna dilakukan dengan cermat agar dapat mendukung cerita dan ketepatan suasana lingkungan. Adegan pembuka memanfaatkan warna kuning keemasan dan jingga tua yang mencerminkan fenomena hamburan Rayleigh, yang menciptakan kontras mencolok dengan karakter propagul hijau serta menambah ketenangan suasana. Saat memasuki situasi konflik, warna berubah menjadi nuansa dingin malam (biru tua dan indigo) sesuai dengan prinsip penglihatan dalam kondisi minim cahaya, untuk menggambarkan ketidakpastian dan bahaya akibat polusi sampah yang menjadi fokus dalam tahap mendefinisikan masalah.

Sebagai penutupan, palet warna pagi (biru lembut dan kuning terang) digunakan berdasarkan teori suhu warna yang tinggi (5000K-6500K) untuk melambangkan kesegaran dan harapan baru. Selain aspek ilmiah, seluruh pemilihan warna ini juga merujuk pada kurasi visual dari platform Pinterest sebagai moodboard untuk memastikan bahwa estetika animasi tetap mengikuti tren terkini. Peralihan warna dari sore, malam, hingga pagi bertujuan memberikan pengalaman emosional yang menyeluruh bagi audiens MAPALA serta menguatkan pesan tentang keberhasilan pelestarian mangrove.

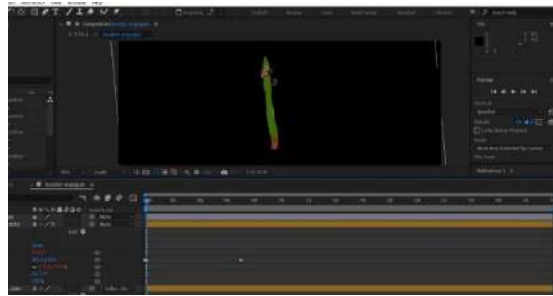
Pada tahap ini pengerjaannya menggunakan aplikasi gambar digital yaitu *medibang*. Aplikasi *medibang* dikenal oleh banyak seniman digital sebagai aplikasi yang mempunyai *interface* yang ramah dengan *tools* yang mudah dipelajari, serta dengan ukuran penyimpanan yang kecil sehingga membuatnya disukai oleh banyak seniman [27]. Berikut adalah gambar pengerjaan *scene 4 shot 3* pada aplikasi *medibang*:



Gambar 7. Ilustrasi gambar *Propagul* dan ranting *Rhizophora Mucronata*

b) *Rigging*

Pada tahap ini dilakukan pemberian *control rig* pada model agar dapat digerakkan [28]. Sistem kontrol tersebut diterapkan pada karakter *propagul* sehingga memungkinkan pergerakan yang lebih fleksibel dan membuat animasi tampak lebih hidup. Pada tahap ini peneliti menggunakan aplikasi *Adobe After Effect Software* ini memiliki fungsi membuat efek gerakan pada objek yang sudah dibuat sesuai dengan kreativitas penggunaannya [29]. Pada langkah *rigging*, *plug-in Rubberhose 3* digunakan dalam *software Adobe After Effects*. Pemilihan *plug-in* ini dikarenakan sifat fisik dari karakter propagul yang memerlukan kemampuan gerak yang tinggi. Sistem *rigging* yang menggunakan selang sangat ideal untuk menghasilkan gerakan yang elastis dan dinamis, sehingga mempermudah pembuatan gerakan bibit mangrove yang alami saat bergerak di air atau menyusuri sampah. Dengan fitur ini, karakter propagul dapat bergerak dengan bebas tanpa mengalami distorsi visual yang kaku, yang membuat kualitas animasi yang dihasilkan menjadi lebih halus dan menarik bagi penonton.



Gambar 8. Pembuatan *RIG* pada karakter *propagul*

c) *Animating*

Pada tahap ini, setiap objek dan karakter diberi gerakan sesuai alur cerita yang telah disusun dalam storyboard dan naskah animasi [30]. Pada fase animasi, teknik *Parallax* digunakan untuk menciptakan ilusi kedalaman dalam latar belakang animasi. Metode ini dilakukan dengan mengatur kecepatan pergerakan elemen visual secara bertingkat, di mana elemen di depan bergerak lebih cepat dibandingkan elemen di belakang. Penerapan ide *parallax* ini bertujuan untuk menambah efek tiga dimensi pada ruang yang awalnya dua dimensi, sehingga suasana hutan mangrove dalam animasi terlihat lebih luas dan dinamis. Hal ini krusial untuk meningkatkan keterlibatan penonton, sehingga anggota MAPALA dapat merasakan suasana lingkungan pesisir yang nyata secara visual saat mengikuti perjalanan karakter *propagul*. Tahapan ini dilakukan untuk mengatur transisi antar adegan, gerakan kamera, serta ekspresi karakter agar alur animasi tampak dinamis dan mudah dipahami oleh penonton [31]. Di tahap ini teknik animasi yang digunakan yaitu *pose to pose* dengan memanfaatkan fitur *transform* yang sudah ada pada aplikasi *Adobe After Effect*. Teknik animasi *pose to pose* diambil dikarenakan dengan teknik ini animasi lebih cepat dibuat dan lebih mudah diperbaiki jika dirasa kurang pas [32]. Berikut adalah gambar pengerjaan animating *scene 9 shot 1* pada aplikasi *Adobe After Effect*:



Gambar 9. Pengerjaan animasi pada *shot sunrise*

d) *Editing*

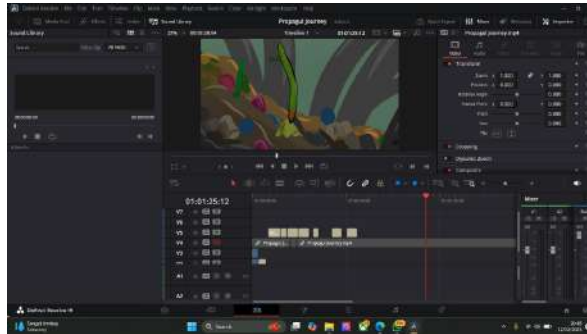
Tahap editing adalah tahap dimana sebuah klip-klip dipotong atau digabungkan yang juga meliputi suara, efek dan aspek lainnya yang diperlukan untuk hasil yang memuaskan.[33]. Peneliti menggunakan teknik *editing non-linear* yaitu teknik yang menggunakan software khusus untuk menggabungkan klip-klip yang sudah dibuat. Perangkat lunak yang saya gunakan saat pengerjaan ini yaitu *Davinci Resolve*. *Davinci Resolve* merupakan jenis aplikasi *NLE(Non-Linear-Editing)* yang menyatukan fitur pengeditan, penyesuaian warna, efek visual, animasi grafis, serta pengolahan audio dalam satu aplikasi. [34].

Selain elemen visual, tahap ini juga berfokus pada penciptaan suasana melalui berbagai elemen suara. Efek suara ditambahkan dengan mengambil sumber dari *platform Freesound* untuk memberikan kesan yang realistis pada setiap tindakan karakter dan interaksi dengan lingkungan.

Selanjutnya, musik latar diciptakan dengan menggunakan teknologi kecerdasan buatan yang tersedia di platform *Suno AI*. Dalam proses ini, prompt yang spesifik disusun untuk mencerminkan suasana emosional dalam cerita—mulai dari suasana yang tenang di bagian awal, ketegangan saat konflik, hingga

nada yang optimis di bagian akhir. Penciptaan dilakukan berulang kali melalui beberapa iterasi sampai tercipta komposisi musik yang paling cocok dengan tempo dan suasana animasi. Kombinasi elemen audio dan visual yang harmonis ini bertujuan untuk meningkatkan keterlibatan emosional penonton dan memastikan pesan pelestarian mangrove tersampaikan dengan lebih jelas.

Berikut adalah gambar pengerjaan editing pada aplikasi *Davinci Resolve*:



Gambar 10. Proses *Editing* semua klip yang sudah selesai

e) *Rendering*

Tahap terakhir adalah proses rendering, yaitu menggabungkan seluruh elemen animasi yang telah dianimasikan ke dalam format video utuh [35]. Pada tahap ini dilakukan proses pengaturan kualitas output agar animasi siap dipublikasikan dan digunakan dalam uji kelayakan. Peneliti menggunakan aplikasi yang sama seperti pada tahap *Editing*. Berikut adalah gambar tampilan mode render pada aplikasi *Davinci Resolve*:



Gambar 11. Proses *Rendering* semua shot yang sudah di edit

4) Tahap Penyebaran (*Disseminate*)

Tahapan penyebaran dilaksanakan dengan meluncurkan produk animasi *Propagul Journey* kepada target audiens yang merupakan anggota MAPALA Politeknik Negeri Batam, serta meng-upload produk ini ke platform YouTube sebagai alat untuk kampanye lingkungan digital. Di fase ini, dilakukan pengujian pemahaman pengetahuan mangrove dengan desain *one-group pretest-posttest* dengan melakukan Pengumpulan informasi dilaksanakan melalui kuesioner pilihan ganda yang terdiri dari pre-test dan post-test dengan total 20 pertanyaan. Alat uji yang diterapkan telah menjalani proses pengujian validitas dan reliabilitas, serta dilakukan evaluasi validitas konten untuk memastikan bahwa soal-soal yang disajikan sesuai dengan materi pembelajaran. Untuk menilai konsistensi internal, reliabilitas alat uji diuji dengan metode *Kuder-Richardson Formula 20 (KR-20)* atau *Cronbach's Alpha*. Dengan cara ini, alat yang digunakan dalam penelitian ini diharapkan mampu memberikan hasil yang tepat dan dapat dipertanggungjawabkan. Tahap pertama yaitu menguji instrumen soal kepada 5 penggiat mangrove yang ada di Batam. Tahap kedua adalah pelaksanaan *pre-test*. Tahap ketiga adalah pelaksanaan pemutaran video animasi singkat *propagule journey*. Tahap keempat adalah melakukan *post-test*. Uji coba instrumen tes tersebut dilakukan untuk mengetahui validitas, reliabilitas dan tingkat kesukaran butir soal. Dari hasil pengujian instrumen tes menggunakan SPSS Ver-27, diperoleh 16 butir soal yang valid, reliabel dan memiliki tingkat kesukaran soal masing-masing untuk digunakan sebagai soal *pre-test* dan *post-test* di MAPALA Politeknik Negeri Batam. Soal dibuat dengan pertanyaan-pertanyaan yang secara langsung mencerminkan visual yang ada dalam animasi. Contohnya, pertanyaan tentang ciri fisik dari *Rhizophora mucronata* dan

siklus hidupnya merujuk pada bagian awal yang menunjukkan pertumbuhan propagul dari bunga. Selain itu, pertanyaan mengenai hambatan dalam pertumbuhan mangrove dihubungkan dengan momen utama dalam animasi yang menggambarkan konflik propagul terjebak di antara sampah plastik—sebuah gambaran dari masalah nyata yang tercatat pada tahap *Define* saat observasi di Pantai Vio-Vio. Hasil uji coba instrumen ditunjukkan pada Tabel berikut:

No Soal	Validitas		Reliabilitas		Tingkat Kesukaran	
	Nilai	Keterangan	Nilai	Keterangan	Nilai	Keterangan
2	0,89	V	0,878	R	0,60	Sedang
3	0,91	V			0,60	Sedang
4	0,88	V			0,60	Sedang
5	0,92	V			0,60	Sedang
6	0,89	V			0,60	Sedang
7	0,88	V			0,60	Sedang
9	0,92	V			0,60	Sedang
10	0,91	V			0,60	Sedang
11	0,88	V			0,80	Mudah
13	0,89	V			0,60	Sedang
14	0,89	V			0,60	Sedang
15	0,92	V			0,60	Sedang
16	0,88	V			0,60	Sedang
17	0,88	V			0,60	Sedang
18	0,88	V			0,60	Sedang
20	0,89	V			0,40	Sedang

Tabel 12. Hasil Validasi soal test

Selain itu, analisis *N-Gain* dilaksanakan untuk menilai sejauh mana peningkatan wawasan mengenai ekosistem mangrove setelah memanfaatkan media film animasi singkat berjudul *Perjalanan Propagule*. Dengan analisis ini, peneliti dapat menentukan apakah terdapat pergeseran yang berarti dalam pemahaman siswa, serta mengidentifikasi apakah pemanfaatan media film animasi singkat *Propagule Journey* dapat meningkatkan pemahaman konsep secara efektif. Tes dilakukan sebelum dan sesudah menonton film animasi singkat *Propagule Journey*. Hasil tes peningkatan pemahaman terkait ekosistem mangrove tersebut ditunjukkan pada Tabel 2 berikut.

	N	Minimum	Maksimum	Mean
<i>Pre-test</i>	20	31,25	62,5	45,94
<i>Post-test</i>	20	56,25	81,25	69,69

Tabel 13. Hasil *Pre-test* dan *Post-test* anggota MAPALA Polibatam

Hasil dari proses distribusi ini memperlihatkan adanya hubungan yang positif antara elemen visual dengan peningkatan pemahaman para responden. Informasi yang didapat menunjukkan peningkatan skor rata-rata dari 45,95% (sebelum menyaksikan animasi) menjadi 69,69% (setelah menyaksikan animasi). Peningkatan ini mengindikasikan bahwa setelah menggunakan media film animasi singkat *Propagule Journey*, pemahaman anggota MAPALA mengenai materi yang diajarkan telah mengalami kemajuan yang berarti. Ini menunjukkan bahwa penerapan media film animasi singkat *Propagule Journey* sebagai alat pembelajaran efektif dalam memperbaiki pemahaman anggota MAPALA, khususnya pada materi ekosistem mangrove. Hal ini menunjukkan bahwa metode visual "*Show, Don't Tell*" yang digunakan terbukti efektif dalam mengatasi masalah yang ditemukan pada fase Define, yakni kesulitan dalam memahami konsep pelestarian mangrove jika hanya disampaikan melalui cara ceramah tradisional. Dengan begitu, fase penyebaran ini tidak hanya berfungsi sebagai alat penyebaran informasi, tetapi juga sebagai pembuktian bahwa elemen cerita dalam animasi "*Propagule journey*" berhasil mengubah isu kerusakan lingkungan akibat sampah menjadi pesan pendidikan yang mudah dipahami oleh anggota MAPALA serta masyarakat luas.

3. RESULTS AND ANALYSIS

Analisis hasil penelitian mengindikasikan bahwa penggunaan animasi *Propagule Journey* memberikan kontribusi yang signifikan dan mendukung hasil temuan pada fase *Define*. Hasil dari pengujian *pre-test* menunjukkan skor rata-rata 45,95%, yang secara empiris mengkonfirmasi adanya masalah yang diidentifikasi pada tahap awal penelitian, di mana anggota MAPALA mengalami kesulitan memahami materi akibat metode pengajaran tradisional yang seringkali membosankan dan sulit dipahami. Skor awal yang rendah ini menegaskan bahwa ada kebutuhan akan media pembelajaran yang lebih inovatif dan tidak bertentangan dengan asumsi yang ada. Sebaliknya, peningkatan skor pada *post-test* yang mencapai 69,69% menjadi bukti yang sah bahwa solusi visual yang dikembangkan dalam tahap *Design* dan *Develop* telah berhasil menjembatani kesenjangan pengetahuan tersebut. Hasil pengujian *N-Gain* menunjukkan rata-rata sebesar 0,6725, yang tergolong dalam kategori "sedang." Nilai *N-Gain* ini mencerminkan adanya peningkatan yang signifikan dalam pemahaman anggota MAPALA setelah mereka menggunakan media film animasi singkat berjudul *Propagule Journey*. *N-Gain* adalah ukuran yang menunjukkan seberapa besar kemajuan kemampuan atau pemahaman siswa dari tahap awal (*pre-test*) hingga tahap akhir (*post-test*). Dengan nilai *N-Gain* yang termasuk dalam kategori sedang, ini menunjukkan bahwa pemanfaatan media film animasi singkat *Propagule Journey* cukup berhasil dalam meningkatkan pemahaman anggota MAPALA mengenai ekosistem mangrove, karena hampir semua anggota MAPALA menunjukkan peningkatan yang signifikan.

Selanjutnya, analisis ini menunjukkan hubungan yang sangat kuat dan mendukung keseluruhan kerangka metode 4D yang diterapkan. Skor uji *N-Gain* menunjukkan nilai rata-rata sebesar 0,6725, hasil pengujian membuktikan bahwa pengembangan teknis, seperti penggunaan gaya visual semi-realis dan penerapan teori struktur *3-act*, telah berhasil memvalidasi kebutuhan yang direncanakan sejak fase pendefinisian. Tidak ditemukan adanya ketidaksesuaian antara data lapangan dan hasil akhir; setiap adegan dalam animasi yang dibuat berdasarkan pengamatan di Pantai Vio-Vio dan juga referensi artikel terbukti menjadi elemen penting yang meningkatkan pemahaman responden pada tahap *Disseminate*. Hasil uji pemahaman terhadap 20 responden menunjukkan adanya peningkatan rata-rata pemahaman dari 45,95% pada *pre-test* menjadi 69,69% pada *post-test*, atau meningkat sebesar 23,75%, sehingga media ini efektif dalam meningkatkan pemahaman anggota MAPALA Politeknik Negeri Batam dalam pemahaman pelestarian mangrove. Setelah melalui uji pemahaman, animasi *Propagule Journey* disebarluaskan melalui kanal YouTube pribadi peneliti dan akun resmi MAPALA Polibatam agar dapat diakses secara luas oleh masyarakat. Langkah ini menjadi bentuk nyata dari kampanye digital pelestarian lingkungan berbasis edukasi. Dengan demikian, keberhasilan peningkatan pemahaman ini bukan sekadar angka statistik, tetapi merupakan validasi bahwa strategi perancangan media yang berawal dari analisis kebutuhan spesifik pada tahap *Define* telah diterapkan dengan efektif hingga tahap akhir penelitian.

4. CONCLUSION

Penelitian pengembangan animasi "*Propagul Journey*" ini telah menunjukkan bahwa menggabungkan teknik multimedia modern dengan dasar teori ilmiah dapat secara signifikan meningkatkan pemahaman tentang pelestarian mangrove. Dari analisis data, terlihat bahwa pemahaman responden meningkat sebesar 23,75% (dari 45,95% menjadi 69,69%), yang menunjukkan bahwa pendekatan "*Show , Don't Tell*" yang diterapkan sangat sesuai dengan karakteristik audiens MAPALA. Pemanfaatan teknologi mutakhir selama proses pengembangan, seperti kecerdasan buatan (Suno AI) untuk musik latar, teknik parallax untuk memberikan kedalaman visual, serta penerapan teori warna (Hamburan Rayleigh dan suhu warna), terbukti tidak hanya memperbaiki aspek visual tetapi juga memperkuat pengenalan pesan ekologis.

Kesimpulan dari penelitian ini secara konsisten mendukung fase mendefinisikan (*Define*), di mana solusi yang dirancang mampu menangani masalah dalam rendahnya efektivitas pendidikan konvensional. Penelitian ini menyimpulkan bahwa proses pengembangan *Four-D Model* yang terstruktur, didukung oleh referensi visual yang relevan melalui *Pinterest* dan teknologi audio-visual yang sesuai, dapat menciptakan pengalaman belajar yang mendalam dan efektif dalam meningkatkan kepedulian terhadap pelestarian ekosistem mangrove di Indonesia.

REFERENCES

- [1] Rahardi, W., & Suhardi, R. M. (2016, August). Keanekaragaman hayati dan jasa ekosistem Mangrove di Indonesia. In *Prosiding Symbion (Symposium on Biology Education)* (Vol. 499, p. 510).
- [2] Dinilhuda, A., Akbar, A. A., & Jumiati, J. (2018). Peran ekosistem Mangrove bagi mitigasi pemanasan global. *Jurnal Teknik Sipil*, 18(2), 191-198.
- [3] Harefa, M. S., Arbiansyah, A., Fazera, D., Siboro, L. P. P., Fadilah, R., Nasution, T. W., & Utami, W. A. (2024). Identifikasi Faktor-Faktor Penyebab Kerusakan Wilayah Pengembangan Konservasi Mangrove di Wilayah Pesisir Paluh Merbau. *Jurnal Manajemen Pesisir dan Laut*, 2(01), 35-43.
- [4] Suriadi, L. M., Denya, N. P., Shabrina, Q. A., Yuliana, R., Agustina, G., Kuspraningrum, E., & Asufie, K. N. (2024). Perlindungan Sumber Daya Genetik Ekosistem Mangrove Untuk Konservasi Lingkungan dan Keseimbangan Ekosistem. *Jurnal Analisis Hukum*, 7(2), 234-253.
- [5] Nurhati, I. S., & Murdiyarso, D. (2023). Strategi Nasional Pengelolaan Ekosistem Mangrove: Sebagai Rujukan Konservasi dan Rehabilitasi Kawasan Pesisir untuk mencapai Tujuan Pembangunan Berkelanjutan dan Pembangunan Rendah Karbon. CIFOR.
- [6] Nugroho, A., Nensi, S. W., & Azharman, Z. (2025). Konservasi Mangrove: Edukasi, Aksi, dan Kolaborasi untuk Ekosistem Pesisir yang Berkelanjutan. *Jurnal Pengabdian Cendikia Nusantara*, 3(1), 1-8.
- [7] Yusuf, M. (2023). *Inovasi pendidikan abad-21: Perspektif, tantangan, dan praktik terkini*. Selat Media.
- [8] Utina, R., Nusantari, E., Katili, A. S., & Tamu, Y. (2018). Ekosistem dan sumber daya alam pesisir: penerapan pendidikan karakter konservasi. Deepublish.
- [9] Khairiyah, D., Qomario, Q., & Mastur, M. (2025). Systematic Literature Review: Pemanfaatan Video Animasi 3D untuk Edukasi Kebersihan Lingkungan: Systematic Literature Review: The Use of 3D Animated Videos for Environmental Hygiene Education. *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 5(3), 962-971.
- [10] Pradana, S. (2025). Efektivitas Penggunaan Video Animasi sebagai Media Pembelajaran Interaktif di Sekolah Dasar. *Jurnal Transformasi Pendidikan Dasar*, 1(1), 33-39.
- [11] Okpatrioka, O. (2023). Research and development (R&D) penelitian yang inovatif dalam pendidikan. *Dharma Acariya Nusantara: Jurnal Pendidikan, Bahasa dan Budaya*, 1(1), 86-100.
- [12] Sugiyono, D. (2013). Metode penelitian pendidikan pendekatan kuantitatif, kualitatif dan R&D.
- [13] Lestari, R., Jasiah, J., Rizal, S. U., & Syar, N. I. (2023). Pengembangan media berbasis video pada pembelajaran IPAS materi permasalahan lingkungan di kelas V SD. *Jurnal Holistika*, 7(1), 34-43.
- [14] Fardiana, N. I. M. (2023). *PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN VIDEO ANIMASI PADA MATERI EKOSISTEM BERBASIS KEARIFAN LOKAL DI KELAS V SDN KAJHU ACEH BESAR* (Doctoral dissertation, Universitas Bina Bangsa Getsempena).
- [15] Ramadhan, M. R., & Wicaksono, B. (2018). KONSEP PEMILIHAN NARASUMBER PADA DOKUMENTER "VIHARA MAHA BRAHMA DAN TOLERANSI" SEBAGAI PEMAHAMAN SOSIAL MASYARAKAT TENTANG SIKAP TOLERANSI. *PANTAREI*, 2(3).
- [16] Zakia, R., Lestari, F., Apdillah, D., & Zulfikar, A. (2024). Strategi Pengelolaan Ekosistem Mangrove Sebagai Upaya Adaptasi Perubahan Iklim di Pesisir Tanjungpiayu Kota Batam. *Jurnal Akuatiklestari*, 8(1).
- [17] Dewi, M. A. (2025). *IDENTIFIKASI DAN KELIMPAHAN TUMBUHAN MANGROVE RIZHOPHORA DI DESA PEMATANG KUALA DUSUN V KECAMATAN TELUK MENGGUDU KABUPATEN SERDANG BEDAGAI UNTUK PEMBUATAN E-BOOK* (Doctoral dissertation).

- [18] Sungkar, O. F., Khanza, S., & Pangestu, R. A. (2018). Aktivitas antibakteri bedak yang diperkaya dengan konsentrasi ekstrak buah *Rhizopora mucronata*. *Jurnal Teknologi Pangan*, 2(2), 135-141.
- [19] Bahri, S., Hetwisari, T., Patiroi, A., Hadi, S., & Samudra, M. B. (2024). Pemulihan Mangrove dengan Penanaman *Rhizophora mucronata* untuk Mendukung Rehabilitasi Hutan Pantai Barat Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Diseminasi Konstruksi*, 1(1), 1-12.
- [20] Utina, R., Nusantari, E., Katili, A. S., & Tamu, Y. (2018). *Ekosistem dan sumber daya alam pesisir: penerapan pendidikan karakter konservasi*. Deepublish.
- [21] Martin, J. (2014). "Show, Don't Tell": Teaching the Elements of Film Production. *Buffy in the Classroom: Essays on Teaching with the Vampire Slayer*, 126.
- [22] Nursetyo, K. I., & Ariani, D. (2021). Ragam storyboard untuk produksi media pembelajaran. *Jurnal Pembelajaran Inovatif*, 4(1), 108-120.
- [23] Prayoga, M., & Sembiring, E. B. (2022). NASKAH FILM ANIMASI" MASA KECILKU DENGAN DUNIA LAINKU" Menggunakan Teori 3-Act-Structure. *JOURNAL OF APPLIED MULTIMEDIA AND NETWORKING*, 6(1), 96-107.
- [24] Suwasono, A. A. (2017). Konsep art dalam desain animasi. *DeKaVe*, 10(1), 1-19.
- [25] Janottama, I. P. A., & Putraka, A. N. A. (2017). Gaya dan teknik perancangan ilustrasi tokoh pada cerita rakyat Bali. *Segara Widya: Jurnal Penelitian Seni*, 5.
- [26] Simamora, P. R., Zega, S. A., & Pratama, W. O. P. (2019). Perancangan 3D Modeling Kapal dan VFX Water Simulation Dalam Animasi 3D Berjudul" Blue & Flash". *Journal of Applied Multimedia and Networking*, 3(2), 53-57.
- [27] Subudiartha, I. N., Sumadewa, I. N. Y., & Sari, N. L. K. M. A. (2023). Medibang Paint sebagai media digital painting. *Jurnal Ilmu Sosial Dan Humaniora*, 1(3), 371-380.
- [28] Putra, M. R. E. (2018). LKP: Perancangan Rigging Karakter 3d Sebagai Animate Motion Capture Kinect Dan Animate Produksi Film Animasi 3D Jagad (Doctoral dissertation, Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya).
- [29] Vernando, V., & Simanjuntak, P. (2024, September). Pembuatan Animasi Wallpaper 2D Dengan Aplikasi Adobe After Effect. In *Prosiding Seminar Nasional Ilmu Sosial dan Teknologi (SNISTEK)* (Vol. 6, pp. 268-275).
- [30] Salmon, S. F., Tulenan, V., & Sugiarto, B. A. (2017). Penggunaan Metode Pose to Pose dalam Pembuatan Animasi 3D Tarian Minahasa Maengket. *Jurnal Teknik Informatika*, 12(1).
- [31] Putra, A. H. L., & Falma, F. O. (2025). The Implementation of Animation Techniques in the 3D Animated Series Little Ammar, Season 4 Episode 03. *TOFEDU: The Future of Education Journal*, 4(6), 1977-1986.
- [32] Bernadhed, B., Affandi, Y., Nuryanto, N. S., Mahendra, E., & Setiawan, S. E. (2019). Implementasi Metode Pose to Pose dalam Pembuatan Animasi 2D Gerakan Ruku™ Shalat. *Respati*, 14(1).
- [33] Permana, R. S. M., Puspitasari, L., & Indriani, S. S. (2019). Pelatihan post-produksi (Audio-Visual editing) film indie di Armidale English college soreang, bandung. *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 4(1), 19-28.
- [34] Deva, I. N. S., Tuturoong, N. J., & Kaunang, S. T. G. (2023). Aplikasi Realitas Tertambah untuk 12 Gerakan Pengaturan Lalu Lintas: Augmented Reality Application For 12 Traffic Management Movements. *Jurnal Teknik Informatika*, 18(4), 153-164.
- [35] Caroline, Y., Tulenan, V., & Sugiarto, B. A. (2016). Rancang Bangun Film Animasi 3 Dimensi Universitas Sam Ratulangi. *Jurnal Teknik Informatika*, 9(1).